

明 細 書

半導体製造装置及び半導体製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、マスフローコントローラにより流量が調整された流体を用いて基板例えば半導体ウェハに対して処理を行う半導体製造装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来、半導体製造プロセスにおいては、所定のガスや液体を用いて基板に対して処理を行う工程がある。ガスを用いる工程としては、成膜ガスを用いる成膜工程、酸化ガスを用いる酸化工程、エッチングガスを用いるエッチング工程などがある。また、液体を用いる工程としては、基板上にレジスト液を供給する工程、絶縁膜の前駆物質を含む薬液を塗布する工程などがある。
- [0003] 一方、最近において、半導体デバイスのパターンが微細化され、各膜の膜厚も薄くなっている。このため、ガスや液体の供給流量も高い精度でコントロールされる必要があり、そのための機器として、マスフローコントローラが用いられている。
- [0004] マスフローコントローラでは、細管内を流れる流体が、その流量に応じて発熱抵抗線から熱を奪う。すなわち、流体の流量に応じて発熱抵抗線の抵抗値が変わることを利用して、流量を検出する。マスフローコントローラは、そのような流量検出部と、流量検出部から出力される出力電圧（流量に対応する検出電圧）と設定流量に応じて設定される設定電圧とを比較する比較部と、比較部からの比較出力により操作される流量調整バルブと、を備えている。
- [0005] しかしながら、マスフローコントローラが用いられている場合において、実流量が設定流量から外れてくることがある。例えば実流量が0の場合であっても、流量検出部から出力される電圧値が0ではなく、誤差が存在する場合がある。
- [0006] 更に、実流量が設定流量から外れてくる現象として、ゼロ点シフトの他に、流量に対する出力電圧の変化割合（傾き）、即ちスパン、が変動することが挙げられる。このようなスパンシフトは、ブリッジ回路に含まれるセンサである上流側の発熱抵抗線と下流側の発熱抵抗線とについて、流量変化に対する温度変化量つまり出力電圧の変化

量が初期校正時から変わってくることが要因の一つである。これらの要因としては、メーカー出荷時の環境温度とユーザ側の環境温度との相違、コイル状の発熱抵抗線(センサ)のコーティング材の経時劣化や剥離、発熱抵抗線のコイルの緩み、回路部分の不具合、電源電圧の変動、センサが巻かれている管路の汚れ(腐食や生成物付着などによる)、等が挙げられる。マスフローコントローラにおいて設定可能な流量のうち、流体の流量が多い場合の流量誤差割合と流量が少ない場合の流量誤差割合とでは、同じドリフト量である場合、流量が少ない場合の方が誤差の影響は大きく、例えば半導体ウェハ表面に生成される膜厚に与える影響も大きい。

[0007] 近年、半導体デバイスの高集積化及び薄膜化に伴い、製造時の半導体ウェハ表面における膜厚の許容範囲は厳しくなっている。膜厚を許容範囲内に保って製造を行うために、マスフローコントローラにおいて設定可能な流量のうち、最大流量付近の流量を使用することにより、流量誤差の程度を小さく抑えるようにすることも行われている。例えば、複数の工程を行う場合において各工程の間で流体の設定流量に大きな差がある場合、流量容量の大きいマスフローコントローラと流量容量の小さいマスフローコントローラとを2基以上並列接続して、流体の設定流量に応じてマスフローコントローラを切り替えることも行われている。

[0008] しかし、複数のマスフローコントローラを用意することは、コスト等において不利である。また、出力がドリフトしたとき、即ち、流体流量が0のときの出力電圧が0でない場合には、そのドリフト分が処理に影響を与えるおそれがある。

[0009] 一方、特開平7-263350号公報(特に段落0014及び図1)には、マスフローコントローラとは別個に測定器をガス流路に介設し、この測定器の測定結果に基づいて校正器によりマスフローコントローラを調整すること、が記載されている。

[0010] また、特開平5-289751号公報(特に第9欄第3行～第9行)には、予めメーカー側で初期校正時にガスを流さない状態でマスフローコントローラのセンサコイルに通じる電流値を段階的に変化させ、両コイルに通じる電流差から生じる温度差をブリッジ回路の不平衡電圧として取り出し、この不平衡電圧と使用中の不平衡電圧とを比較してゼロ点補正量及びスパン補正量を求めること、が記載されている。

[0011] 特開平7-263350号公報における測定器を用いる手法は、別途測定器を用意し

なければならないため、コスト等において不利である。また、測定器自体に不具合が生じた場合に対応できない。また、校正器を用いて行う校正は、現実には手動で可変抵抗値をオペレータが調整することになるため、頻繁に調整しようとする作業が煩わしいという問題がある。

- [0012] また、特開平5-289751号公報における不平衡電圧を介して調整する手法は、以下の問題がある。すなわち、マスフローコントローラは種々のメーカーから発売されているが、ある特定のメーカーのマスフローコントローラを適用して生産ラインが構成された場合に、マスフローコントローラを他社のものと交換した場合には、その調整を行うことができない。また、電流値を段階的に変えながらブリッジ回路に供給する機構が必要となり、装置構成が繁雑であるという不利益もある。

発明の要旨

- [0013] 本発明は上記した問題点に鑑みなされるもので、マスフローコントローラを配管から取り外すことなく高精度に流量を設定できる半導体製造装置及び半導体製造方法を提供することを目的とする。
- [0014] 本発明は、基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの下流側に設けられた第2遮断弁と、を備え、前記マスフローコントローラは、前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、を有しており、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する記憶部が設けられ、前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて、前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように、前記設定電圧を補正する設定電圧補正部が設けられていることを特徴とする半導体製造装置である。

- [0015] 本発明によれば、流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するにあたって、マスフローコントローラ自体が調整されるのではなく設定電圧が補正されるので、結果的に簡単にマスフローコントローラの流量制御特性の微調整を行うことができる。
- [0016] 好ましくは、本発明の半導体製造装置は、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられて、前記記憶部が前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶するタイミングを設定するためのタイミング設定手段を更に備える。
- [0017] また、好ましくは、本発明の半導体製造装置は、前記検出電圧が予め定められた閾値から外れている場合に警報を発する警報発生手段を更に備える。
- [0018] また 本発明は、所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記処理部に接続された真空排気路と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、前記バイパス路に、上流側から順次設けられた圧力検出部及び第3遮断弁と、所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率と、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、を備えたことを特徴とする半導体製造装置である。
- [0019] 本発明によれば、設定電圧と流量との対応関係の変化を補償するにあたって、マスフローコントローラ自体が調整されるのではなく設定電圧が補正されるので、結果的に簡単にマスフローコントローラの流量制御特性の微調整を行うことができる。
- [0020] 前記マスフローコントローラが、前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力

する比較部と、前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、を有している場合、前記設定電圧補正部は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正するようになっていることが好ましい。

[0021] また、前記設定電圧補正部は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の上昇率と、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正するようになっていることが好ましい。

[0022] また 本発明は、所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記処理部に接続された真空排気路と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、前記バイパス路に設けられた圧力検出部と、所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の下降率と、前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、を備えたことを特徴とする半導体製造装置である。

[0023] 本発明によっても、設定電圧と流量との対応関係の変化を補償するにあたって、マスフローコントローラ自体が調整されるのではなく設定電圧が補正されるので、結果的に簡単にマスフローコントローラの流量制御特性の微調整を行うことができる。

[0024] 前記マスフローコントローラが、前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力

する比較部と、前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、を有している場合、前記設定電圧補正部は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正するようになっていることが好ましい。

[0025] また、前記設定電圧補正部は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の下降率と、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正するようになっていることが好ましい。

また、本発明は方法としても成立する。

[0026] すなわち、本発明は、基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの下流側に設けられた第2遮断弁と、を備え、前記マスフローコントローラは、前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、を有しており、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する記憶部が設けられ、前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて、前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように、前記設定電圧を補正する設定電圧補正部が設けられていることを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、

前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁を閉じる工程と、

前記記憶部によって、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する工程と、

前記設定電圧補正部によって、前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように前記設定

電圧を補正する工程と、
を備えたことを特徴とする半導体製造方法である。

あるいは、本発明は、所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記処理部に接続された真空排気路と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、前記バイパス路に、上流側から順次設けられた圧力検出部及び第3遮断弁と、所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率と、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、を備えたことを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、

前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率を求める工程と、

所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率を求める工程と、

前記基準上昇率と前記上昇率との比較結果に基づいて設定電圧を補正する工程と、

を備えたことを特徴とする半導体製造方法である。

[0027] あるいは、本発明は、所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、前記処理部に接続された真空排気路と、前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、前記バイパス路に設けられた圧力検出部と、所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の下降率と、前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、を備えたことを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、

前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率を求める工程と、

所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の下降率を求める工程と、

前記基準下降率と前記下降率との比較結果に基づいて設定電圧を補正する工程と、

を備えたことを特徴とする半導体製造方法である。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]は、本発明の一実施の形態における半導体製造装置の構成を示すブロック図である。

[図2]は、処理部の構成と、処理部とマスフローコントローラとの関係を示すブロック図である。

[図3]は、マスフローコントローラの構成を示すブロック図である。

[図4]は、本発明の一実施の形態におけるマスフローコントローラの設定電圧の補正方法を示すフローチャートである。

[図5]は、マスフローコントローラの設定電圧と流量との関係を示すグラフである。

[図6]は、本発明の他の実施の形態における半導体製造装置の構成を示すブロック図である。

[図7]は、バイパス路に設けられた圧力検出部の圧力値の上昇の様子を示す特性図である。

[図8]は、マスフローコントローラの実流量と出力電圧との関係を示すグラフの傾きが変化する様子を示す特性図である。

[図9]は、マスフローコントローラの実流量と出力電圧との関係が変化する様子を示す特性図である。

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

まず、図1は、本発明の一実施の形態における半導体製造装置の主な構成を示すブロック図である。本装置は、基板に対して半導体集積回路を製造するための処理を行う処理部として、熱処理部1を備えている。熱処理部1の反応容器(処理容器)である縦型の反応チューブ11内には、基板であるウエハWを多数枚搭載する保持具12が搬入される。この状態で、ウエハWは、反応チューブ11の外側に設けられた図示しない加熱手段により加熱される。一方、例えばガス供給管からなるガス供給路2から、反応チューブ11内に所定のガスが導入される。これにより、基板に対する所定の熱処理が行われる。図1において、13は排気管、14は真空排気手段である真空ポン

ブ、15はガス供給路2と排気管13との間を反応チューブ11を迂回して接続するバイパス路、21、22、23は各々バルブ例えば遮断弁である。

[0030] ガス供給路2には、ガス供給源40からのガスの流量を調整するマスフローコントローラ3が設けられている。マスフローコントローラ3の上流側及び下流側には、夫々遮断弁41、42が設けられている。遮断弁41、42の双方を閉じることで、マスフローコントローラ3を通過する流体、この例ではガス、の流れを遮断することができる(即ちガス流量を0とすることができる)ようになっている。

[0031] マスフローコントローラ3は、図2に示すように、流量検出部31と、比較部(調節部)32と、流量調整部としてのコントロールバルブ(流量調整バルブ)33と、を備えている。

[0032] マスフローコントローラ3のより詳しい構成について、図3に基づいて説明する。マスフローコントローラ3の内部に導入される前記ガス供給管2は、本流部3aと側流部3bとに分岐される。側流部3bには、ガス供給管2内における流量を計測するために、2つの発熱抵抗線34、35を有する流量センサが設けられている。本流部3aには、側流部3bと本流部3aとの流量等の各種条件を同等に調整するバイパス部30が設けられている。すなわち、バイパス部30は、本流部3aにおける流量、温度、圧力などの特性を、側流部3bにおけるそれらと同様となるように調整可能である。これにより、センサ34、35による測定に誤差が生じることを防止することができる。

[0033] 流量の検出原理について説明する。上流側センサ34では、流体が流れると熱が奪われて温度が下降し、逆に下流側センサ35では、熱が与えられて温度が上昇する。この結果、上流側センサ34と下流側センサ35との間に温度差が生じ、この温度差に基づいて流量が検出されるようになっている。

[0034] マスフローコントローラ3は、更に、発熱抵抗線34、35の抵抗値の差を電圧信号として検出するブリッジ回路36と、その電圧信号を増幅する増幅回路37と、を備えている。発熱抵抗線34、35、ブリッジ回路36及び増幅回路37は、前記流量検出部31を構成する。前記比較部32は、後述の設定流量に対応する設定信号(設定電圧)と増幅回路37からの電圧とを比較し、その比較結果(偏差)に応じてコントロールバルブ33の開度を調整するための操作信号を出力するようになっている。

[0035] また、マスフローコントローラ3には、信号変換部5を介して制御部6が接続されてい

る。信号変換部5は、マスフローコントローラ3からのアナログ信号をデジタル信号に変換すると共に、制御部6からのデジタル信号をアナログ信号に変換するようになっている。

[0036] 次いで、制御部6の詳しい構成について、図2に基づいて説明する。制御部6には、例えば液晶パネルなどからなる表示部51が接続されている。この表示部51は、タッチパネル式の入力装置も兼ねている。6aはデータバス、60は装置の制御を実施するCPUである。61はマスフローコントローラ3の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部である。設定電圧出力部61は、例えば0～5Vの設定電圧によりマスフローコントローラ3の流量を0%～100%に設定できるようになっている。62は第1の記憶部である。第1の記憶部62には、遮断弁41、42が閉じられたときにおいてマスフローコントローラ3から出力される出力電圧（流量検出部31からの電圧検出値）がドリフト電圧として記憶される。63は第1の設定電圧補正部である。第1の設定電圧補正部63は、遮断弁41、42が閉じられたときにおいてマスフローコントローラ3から出力される出力電圧が基準電圧（この例では0V）と異なる場合、つまりドリフト電圧である $\pm E0$ (V)が発生している場合に、設定電圧を補正するようになっている。64は第1のタイミング設定部である。第1のタイミング設定部64は、遮断弁41、42を閉じてマスフローコントローラ3に対する設定電圧を見直す（補正する）タイミングを設定するようになっている。65は、アラーム用比較回路部である。アラーム用比較回路部65は、前記ドリフト電圧が予め設定された閾値を越えているか否かを判断し、閾値を越えていればアラーム発生部66に警告（例えば警告音や警告表示）を発生させるようになっている。なお、本実施の形態では、0.3V(300mV)が閾値とされ、この閾値以上離れた値がマスフローコントローラ3から計測された場合に、マスフローコントローラ3に不具合があると判別され、例えばアラーム発生部66からの警報出力と操作パネル51への警報表示とにより作業に対して通報がなされるようになっている。

[0037] 次に、上述の実施の形態の作用について、図4のフローチャート及び図5のグラフを参照して説明する。本実施の形態において使用されるマスフローコントローラ3では、流量と出力電圧とがリニアであって、最大流量は500cc/分であり、その際の出力電圧は5Vとなるように設計されている。

- [0038] まず、マスフローコントローラ3が装置に組み込まれたときには、流量ゼロの状態では出力電圧がゼロに設定されている。この状態で、熱処理部1において、基板例えばウェハWに対して所定の熱処理が行われる。即ち、実行すべきプロセスの設定流量に対応する設定電圧が、制御部6から信号処理部5を介してマスフローコントローラ3に与えられる。マスフローコントローラ3では、反応チューブ11に供給される処理ガスが設定流量となるように、コントロールバルブ33(図2参照)が調整される。例えば設定流量が400cc/分であったとすると、マスフローコントローラ3には4Vの電圧が与えられる。マスフローコントローラ3に対する初期校正の直後(基準状態)であれば、流量ゼロ時の出力電圧はゼロであるから、400cc/分の設定値通りの流量で処理ガスが反応チューブ11に供給される。
- [0039] 次いで、タイミング設定部64にて設定されたタイミングに従って、例えば熱処理が行われる前後の待機時間において、マスフローコントローラ3の状態が以下のようにして調べられる。まず、前記遮断弁41、42が両方とも閉じられて、マスフローコントローラ3内にガスが流入しない状況が作られる。この時、例えば制御部6からの指示により、マスフローコントローラ3のコントロールバルブ33(図3参照)が「開」状態例えば全開状態とされて、センサ34、35の前後のガスの流れが平衡状態にされる(ステップS1)。このとき、マスフローコントローラ3から出力される出力電圧(E0)すなわち流量ゼロ時のマスフローコントローラ3からの出力電圧が、第1の記憶部62内に記憶される(ステップS2)。なお、この例では、 $E0 = +0.1V$ とする。
- [0040] 次いで、マスフローコントローラ3から出力された出力電圧(E0)が予め設定されている前述した閾値以内であるか否か、が判定される(ステップS3)。例えば閾値が300mVであれば、 $E0(+0.1V(100mV))$ は閾値内に収まっており、ステップS4に進む。一方、前記操作パネル51から、マスフローコントローラ3の流量が400cc/分となるように設定されているとする。このとき、第1の設定電圧補正部63により、この設定流量に対応する設定電圧が補正される。即ち、設定電圧出力部61から出力される設定電圧4Vに、前記記憶部62に記憶された出力電圧(E0)0.1Vが加算され(補正され) $\langle 4V + (+0.1V) = 4.1V \rangle$ 、当該値(4.1V)が正しい設定電圧(電圧指示値)としてマスフローコントローラ3に与えられる(ステップS5)。

- [0041] ここで、図5は、マスフローコントローラ3の設定電圧と流量との関係を示すグラフである。初期校正時における電圧-流量特性が、実線で表されている。設定ポイントはA点にある。そして、マスフローコントローラ3のゼロ点がドリフト(変化)して0.1Vのドリフト電圧(出力電圧の変化分)が発生した場合の電圧-流量特性が、点線で表されている。このとき、設定ポイントはB点に移行する。すなわち、この状態では、流量は390cc/分になってしまう。そこで、設定電圧が既述のように補正される。これにより、電圧-流量特性は変わらないが、設定ポイントはB点からC点に移行する。これにより、マスフローコントローラ3により設定される流量が設定流量通り400ccとなる。
- [0042] 以上のようにマスフローコントローラ3の設定電圧の調整が終了したところで、遮断弁41、42が開けられる(ステップS6)。そして、反応チューブ11内にウエハWが搬入され、バルブ21が開けられて反応チューブ11内に設定流量通りのガスが供給され、前記ウエハWに対して所定の熱処理が実施される(ステップS7)。
- [0043] 以上の例では、ゼロ点が+側にずれた場合について説明している。ゼロ点が-側にずれた場合、例えばE0が-0.1Vである場合にも、設定電圧出力部61から出力される設定電圧4Vに-0.1Vが加算され(補正され) $\langle 4V + (-0.1V) = 3.9V \rangle$ 、補正された値(3.9V)が正しい設定電圧(電圧指示値)としてマスフローコントローラ3に与えられることになる。
- [0044] なお、ステップS3にて、マスフローコントローラ3から出力された出力電圧(E0)が閾値よりも大きいと判定された場合には、アラーム発生部66によりアラームが出力され、また、表示パネル6においてマスフローコントローラ3が異常である旨が作業者に対して通報される(ステップS8)。この場合には、作業者がマスフローコントローラ3を点検するか、あるいは、メーカー側に修理を依頼することになる。
- [0045] 上述の実施の形態によれば、マスフローコントローラ3の上流側及び下流側に設けられた遮断弁41、42が閉じられた状態においてマスフローコントローラ3から出力される出力電圧に基づいて、流量ゼロ時の出力電圧の変化分(ドリフト電圧)を補償するように、制御部6から出力される設定電圧が補正される。つまり、マスフローコントローラ3を調整するのではなく設定信号を補正するため、マスフローコントローラ3が設置されているメンテナンスルームに作業者が入って調整するという作業は不要である。

し、製造ラインを止める必要もない。

- [0046] ここで、オペレータがマスフローコントローラ3のゼロ点の調整を行う従来の場合について説明する。従来、オペレータは、装置の電源をオフにして、マスフローコントローラ3にテスト測定用の治具を取り付け、装置の電源を再投入した後、操作画面により設定流量ゼロの入力を行い、数分そのままの状態にしてからテスターでゼロ電圧を測定し、その電圧を所定電圧の範囲内の値に調整する。しかる後、装置電源をオフにして、前記治具を外した後、装置電源を再投入して、操作画面でアクチャルを確認する。
- [0047] 上述の実施の形態によれば、装置を止めての面倒な上記調整作業を省くことができ、装置の運用の効率化を図ることができる。また、半導体製造装置に用いられるガスには毒性のあるガスが含まれている場合が多いので、ガス供給機器を収納しているガスボックスを開くことを回避できれば人的な危険性を低減することができる。更にまた、装置のダウンタイムに影響するマスフローコントローラ3の定期点検なども省力化できる。
- [0048] 上述の例では、校正されたマスフローコントローラ3においてガスが流れていないときに出力される電圧がゼロである。しかしながら、校正されたマスフローコントローラ3においてガスが流れていないときに出力される電圧がゼロでない場合(例えば0.1Vであり、流量500cc/分に相当する設定電圧が5.1Vに設定されている場合)にも、本発明は有効である。この場合、設定電圧補正部は、マスフローコントローラ3からの出力電圧から当該基準電圧(例えば0.1V)を差し引いた電圧差だけマスフローコントローラ3がドリフトしているものと判別して、設定電圧をその電圧差で補正することとなる。
- [0049] 次いで、本発明の他の実施の形態を図6に基づき説明する。この例では、バイパス路15に圧力検出部71が設けられている。更に、圧力検出部71からの圧力検出値における所定時間帯の上昇率に基づいてガス供給路2を流れる流量を求めることができる流量基準計72が設けられている。また、処理ガスを節約するために、例えばマスフローコントローラ3とその上流側の遮断弁41との間に、パージガス例えば窒素ガスなどの不活性ガスを供給できるように、分岐路43及びバルブ例えば遮断弁44を介し

てパージガス供給源45が接続されている。

[0050] ここで、圧力上昇率とは、遮断弁44、21を閉じて遮断弁44の下流側のガス供給路2及びバイパス路15を真空排気し、その後バイパス路15の遮断弁23を閉じ、遮断弁44を開いてマスフローコントローラ3を通じて所定の流量でガスを流したときの圧力上昇率を指している。なお、この場合、遮断弁41は閉じているものとする。

[0051] 流量基準計72内には、圧力上昇率演算手段72aが設けられている。圧力上昇率演算手段72aは、検知した圧力値の時系列データを図示しないワークメモリに書き込み、そのデータから圧力上昇率を演算し、その値を制御部6に送るように構成されている。

[0052] また、制御部6は、圧力上昇率を記憶する第2の記憶部67と、マスフローコントローラ3の校正時における基準圧力上昇率(初期値)とマスフローコントローラ3を使用した後に測定された圧力上昇率とに基づいてマスフローコントローラ3の設定電圧を補正する第2の設定電圧補正部68と、マスフローコントローラ3の状態をチェックするタイミングつまり校正時以外において圧力上昇率の計測を行うタイミングを設定する第2のタイミング設定部69と、を備えている。この制御部6は、図1に示した構成をも備えており、既述のようにしてゼロ点のドリフトの調整をも行うことができるが、図6では便宜上スパンのずれを補償するための部位についてのみ図示してある。

[0053] なお、図示していないが、ガス供給路2及びバイパス路15の温度を検出する温度検出部を設けて、圧力上昇率を求めるときにその温度を考慮して、温度変化による影響を補償することが好ましい。

[0054] 次に、マスフローコントローラ3のスパンのずれを補償する動作について説明する。この例では、マスフローコントローラ3の最大設定流量は、500cc/分である。また、この際の実出力電圧は5Vであり、マスフローコントローラ3の検出流量と出力電圧とは比例関係にあり、ゼロ点のドリフトはないものとする。校正した直後のマスフローコントローラ3(例えば新品のマスフローコントローラ3)が取り付けられた後、その上流側の遮断弁44とバルブ21とが閉じられて、遮断弁44の下流側のガス供給路2及びバイパス路15が真空ポンプ14により真空排気される。その後、バイパス路15の遮断弁23が閉じられる。続いて、マスフローコントローラ3内が所定の流量(例えば最大流量

の80%の流量である400cc)になるように設定電圧出力部61から設定電圧が出力されて流量が設定され、遮断弁44が開けられてマスフローコントローラ3を通じてパージガスが流される。

[0055] 流量基準計72は、そのときの圧力検出部71による圧力検出値の所定時間帯の時系列データを記憶し、それらのデータに基づいて圧力上昇率を求めて、当該圧力上昇率を制御部6に送信する。制御部6では、この圧力上昇率が初期値(基準値)として第2の記憶部67に記憶される。図7は、このときの圧力変化を示す図である。T0は、遮断弁41が開けられた時点、T3は、バイパス路15の遮断弁23が開けられた時点である。圧力検出値を測定する時間帯は、圧力上昇が安定している時間帯であることが好ましく、例えばT1ーT2の時間帯である。

[0056] そして、制御部6内の第2のタイミング設定部69で設定された所定のタイミングで、例えば既述の実施の形態と同様に熱処理が終了する度毎に、既述の圧力上昇率の初期値を求めたときと同様にして、同一の設定流量により圧力検出部71において圧力を検知し、流量基準計72により圧力上昇率を求め、制御部6の第2の記憶部67に送信する。制御部6は、この圧力上昇率と既に求めた初期値とを比較し、その比較結果に基づいて設定電圧を補正する。

[0057] この手法は、バイパス路15の上流側の管路の容積を利用し、当該管路内にガスを流入させたときの流入流量と圧力上昇とが対応していることに基づいて、実流量を圧力変化として直接測定するものである。圧力上昇率が初期値に比べて例えば2.5%早くなった(大きくなった)ときには、それだけ流量が早くなったということである。言い換えれば、400cc/分の設定流量に対応する設定電圧4Vでは、流量が予定の流量よりも2.5%早くなっているということである。従って、制御部6内の第2の設定電圧補正部68が、前記マスフローコントローラ3の設定流量である400cc/分に圧力上昇率の増加分(早くなった分)である2.5%を乗じて、ズレ量を算出する《 $400\text{cc} \times 2.5\% (0.025) = 10\text{cc}$ 》。この演算の結果、ズレ量は10ccと算出される。このズレ量(10cc)を設定流量(400cc)で除した値に当該設定流量に対応する設定電圧(4V)を乗すれば、ズレ量に対応する分の出力電圧値 ΔE が求められる《 $10\text{cc} / 400\text{cc} \times 4\text{V} = 0.1\text{V}$ 》。

- [0058] 図8は、スパンが変化する様子を示す図である。実線(1)は校正時のスパン(流量変化に対する出力変化)を示すグラフ、点線(2)は校正時のスパンからずれたスパンを示すグラフである。以上の演算により算出された出力電圧値 $\Delta E = 0.1V$ が、マスフローコントローラ3の設定流量400ccに対応する設定電圧4.0Vから差し引かれ($4V - 0.1V = 3.9V$)、次回の設定流量が400ccとなった場合には、出力電圧値が3.9Vとされる。これにより、最大流量に対する80%ポイントでの流量ずれが補正され得る。従って、流量がズレることなく、設定流量通りの流量の処理ガスが反応チューブ11内に供給されて、基板に対する処理を行うことができる。
- [0059] なお、この例ではガス流量がゼロの時の出力電圧値が0Vとなっているが、ガス流量がゼロの時の出力電圧値が0Vでない場合(つまりゼロ点のドリフトが生じている場合)には、設定流量400ccに対応する設定電圧は先の実施の形態によって補正された電圧となる。例えば、ゼロ点での出力電圧の変化が+0.1Vであって、このドリフト分を補償するために先の実施の形態により設定流量400ccに対応する設定電圧が3.9Vに補正されるならば、図8の実線(1)の400ccに対応する設定電圧は3.9Vとなる。このとき、スパン変化によるズレ量に対応する出力電圧値 ΔE は、 $10cc / 400cc \times 3.9V = 0.0975V$ となる。
- [0060] 本実施の形態によれば、マスフローコントローラ3を調整するのではなく設定信号を補正するため、マスフローコントローラ3が設置されているメンテナンスルームに作業者が入って調整するという作業は不要であるし、製造ラインを止める必要もない。
- [0061] また、前記のマスフローコントローラ3では、設定流量と出力電圧値とは比例の関係とされている。しかし、いくつかの設定流量において(例えば設定流量が150ccの時と、300ccの時と、最大流量の500ccの時、の3つのポイントにおいて)前述した方法により圧力上昇率を把握して、各設定流量における圧力上昇率が夫々の基準値と異なる場合には、制御部6内のプログラムにより、流量と出力電圧との関係を例えば図9の点線で示す曲線に補正することが好ましい。この場合、当該曲線に基づいて、設定電圧出力部61から設定流量に対応する設定電圧が出力される。
- [0062] なお、以上のように流量基準計72を用いる場合においても、初期時と監視時とにおける圧力上昇率の差異が一定以上になったときには(例えば圧力上昇率の差異から

換算される出力電圧のずれ分が閾値以上になったときには)、警報を発して作業者に知らせるようにしてもよい。

[0063] また、圧力上昇率を用いて既述のようにして設定電圧を補正した後(例えば4Vを3.9Vに補正した後)、再度その設定電圧によりマスフローコントローラ3の流量を設定して圧力上昇率の基準値に対する変化分を求め、その変化分が所定値(例えば1.0%)以内に収まるまで同様のループ(圧力上昇率を求めて設定電圧を補正する工程)を繰り返すようにしてもよい。

[0064] 以上の説明では、圧力上昇率に基づいて、スパンの変化が補償されている。しかしながら、圧力上昇率に代えて圧力降下率を用いてもよい。この場合には、マスフローコントローラ3の上流側の遮断弁44が開けられ、遮断弁21が閉じられ、遮断弁42、22、23が開けられる。つまり、パージガスがマスフローコントローラ3を介してバイパス路15から排気されるように設定される。そして、マスフローコントローラ3が所定の流量に設定される。この状態で、遮断弁44が閉じられてパージガスの供給が止められ、その後の圧力検出部71による圧力値の時系列データから所定時間帯の圧力降下率が求められる。この値が既述の圧力上昇率と同様に活用され得る。

[0065] なお、パージガスを流す代わりに、遮断弁41を開いて処理ガスを流すようにしてもよい。また本発明は、マスフローコントローラ3内にガスが通流する場合に限らず、例えば有機液体ソースなどの液体がマスフローコントローラ3内を流れその下流側にて気化器により気化されて反応容器内に供給される場合にも適用可能である。更にまた、レジスト液などの塗布液を基板に塗布する場合などにおいて、マスフローコントローラにより塗布液などの液体の流量を調整する場合にも適用できる。

請求の範囲

- [1] 基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、
前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、
前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、
前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、
前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、
前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの下流側に設けられた第2遮断弁と、
を備え、
前記マスフローコントローラは、
前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、
前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、
前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、
を有しており、
前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する記憶部が設けられ、
前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて、前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように、前記設定電圧を補正する設定電圧補正部が設けられている
ことを特徴とする半導体製造装置。
- [2] 前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられて、前記記憶部が前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶するタイミングを設定するためのタイミング設定手段
を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置。
- [3] 前記検出電圧が予め定められた閾値から外れている場合に警報を発する警報発生手段

を更に備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の半導体製造装置。

- [4] 所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、
前記処理部に接続された真空排気路と、
前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、
前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、
前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、
前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、
前記バイパス路に、上流側から順次設けられた圧力検出部及び第3遮断弁と、
所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率と、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、
を備えたことを特徴とする半導体製造装置。

- [5] 前記マスフローコントローラは、
前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、
前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、
前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、
を有しており、
前記設定電圧補正部は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正するようになっている
ことを特徴とする請求項4に記載の半導体製造装置。

- [6] 前記設定電圧補正部は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の上昇率と、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正するようになっている
ことを特徴とする請求項4に記載の半導体製造装置。
- [7] 所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、
前記処理部に接続された真空排気路と、
前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、
前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、
前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、
前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、
前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、
前記バイパス路に設けられた圧力検出部と、
所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の下降率と、前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、
を備えたことを特徴とする半導体製造装置。
- [8] 前記マスフローコントローラは、
前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、

前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、
前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、
を有しており、

前記設定電圧補正部は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正するようになっている

ことを特徴とする請求項7に記載の半導体製造装置。

- [9] 前記設定電圧補正部は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の下降率と、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正するようになっている

ことを特徴とする請求項7に記載の半導体製造装置。

- [10] 基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、
前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、
前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、
前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、

前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、

前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの下流側に設けられた第2遮断弁と、

を備え、

前記マスフローコントローラは、

前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、

前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、

前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、

を有しており、

前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する記憶部が設けられ、

前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて、前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように、前記設定電圧を補正する設定電圧補正部が設けられている

ことを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、

前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁を閉じる工程と、

前記記憶部によって、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられた時に前記マスフローコントローラの前記検出部から出力される検出電圧を記憶する工程と、

前記設定電圧補正部によって、前記記憶部に記憶された検出電圧に基づいて前記流体の実際の流量がゼロである時の検出電圧の変化を補償するように前記設定電圧を補正する工程と、

を備えたことを特徴とする半導体製造方法。

[11] 前記検出電圧が予め定められた閾値から外れている場合に警報を発する工程を更に備えたことを特徴とする請求項10に記載の半導体製造方法。

[12] 所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、

前記処理部に接続された真空排気路と、

前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、

前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、

前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、

前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、

前記バイパス路に、上流側から順次設けられた圧力検出部及び第3遮断弁と、

所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率と、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して

前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、

を備えたことを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、

前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準上昇率を求める工程と、

所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気した後に前記第3遮断弁を閉じて、前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の上昇率を求める工程と、

前記基準上昇率と前記上昇率との比較結果に基づいて設定電圧を補正する工程と、

を備えたことを特徴とする半導体製造方法。

[13] 前記マスフローコントローラは、

前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、

前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、

前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、

を有しており、

前記設定電圧を補正する工程は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正する工程である

ことを特徴とする請求項12に記載の半導体製造方法。

[14] 前記設定電圧を補正する工程は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の上昇率と、基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準上昇率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する工程である

ことを特徴とする請求項12に記載の半導体製造方法。

- [15] 所定の真空雰囲気において基板を処理して基板上に半導体装置を製造するための処理部と、
- 前記処理部に接続された真空排気路と、
- 前記基板の処理に必要な流体を前記処理部に供給するための流体供給路と、
- 前記流体の設定流量に対応する設定電圧を出力する設定電圧出力部と、
- 前記流体供給路中に設けられ、前記設定電圧に基づいて前記流体の流量を調整するマスフローコントローラと、
- 前記流体供給路から、前記処理部をバイパスして、前記真空排気路に至るバイパス路と、
- 前記流体供給路中の前記マスフローコントローラの上流側に設けられた第1遮断弁と、
- 前記バイパス路に設けられた圧力検出部と、
- 所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の下降率と、前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率と、の比較結果に基づいて設定電圧を補正する設定電圧補正部と、
- を備えたことを特徴とする半導体製造装置を用いた半導体製造方法であって、
- 前記バイパス路を真空排気しながら基準状態に校正された状態の前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の所定時間帯の基準下降率を求める工程と、
- 所定のタイミングにおいて、前記バイパス路を真空排気しながら前記マスフローコントローラを所定の流量に設定して前記流体供給路を介して前記バイパス路に流体を供給した状態で、前記第1遮断弁を閉じた時の前記圧力検出部による圧力検出値の

所定時間帯の下降率を求める工程と、

前記基準下降率と前記下降率との比較結果に基づいて設定電圧を補正する工程と、

を備えたことを特徴とする半導体製造方法。

[16] 前記マスフローコントローラは、

前記流体の実際の流量を検出して対応する検出電圧を出力する検出部と、

前記設定電圧と前記検出電圧とを比較して操作信号を出力する比較部と、

前記操作信号に基づいて流体の流量を調整する流量調整部と、

を有しており、

前記設定電圧を補正する工程は、検出電圧のスパンの変化を補償するように、前記設定電圧を補正する工程である

ことを特徴とする請求項15に記載の半導体製造方法。

[17] 前記設定電圧を補正する工程は、前記マスフローコントローラを複数の所定の流量

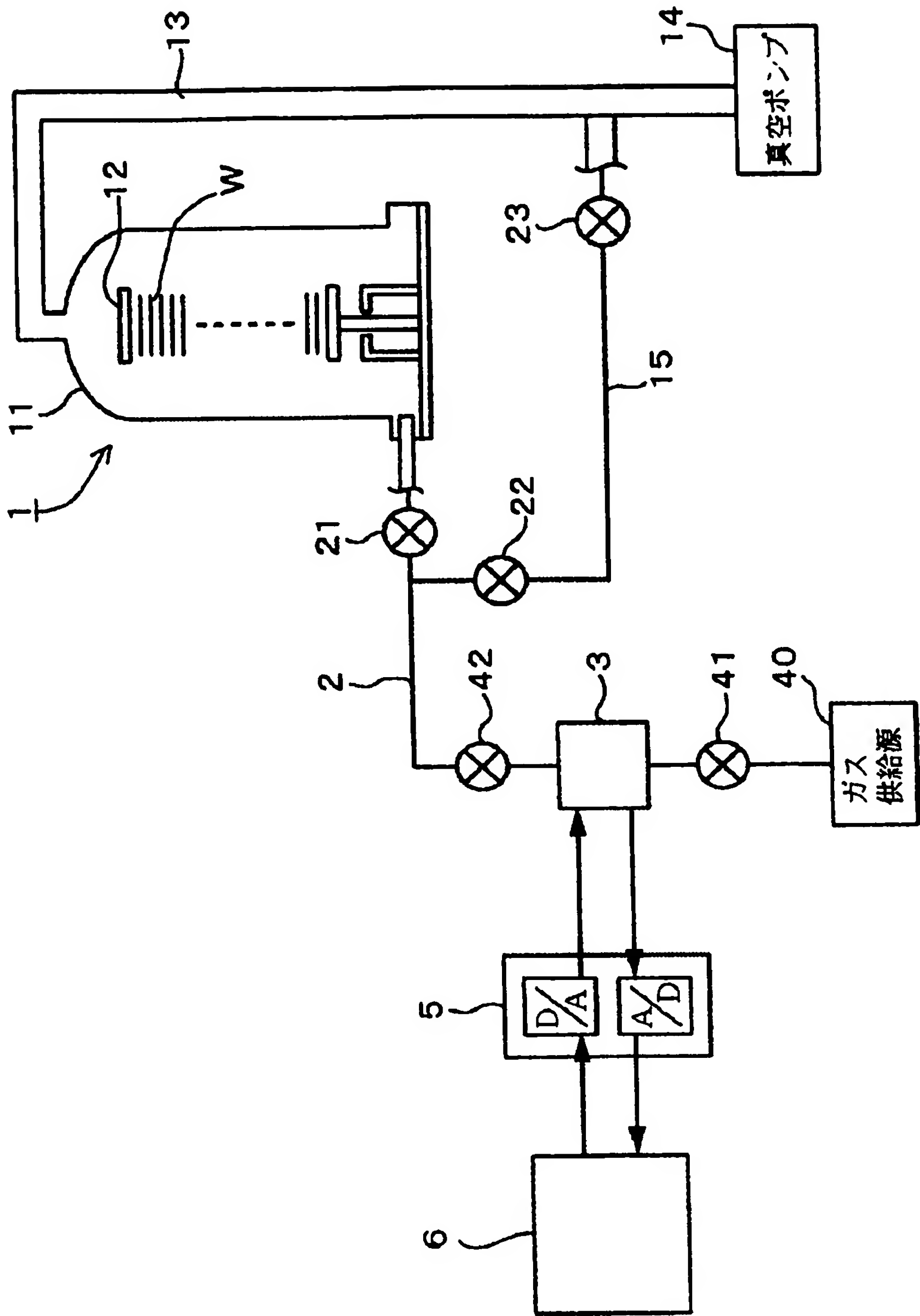
に設定して得られた複数の下降率と、基準状態に校正された状態の前記マスフロー

コントローラを複数の所定の流量に設定して得られた複数の基準下降率と、の比較

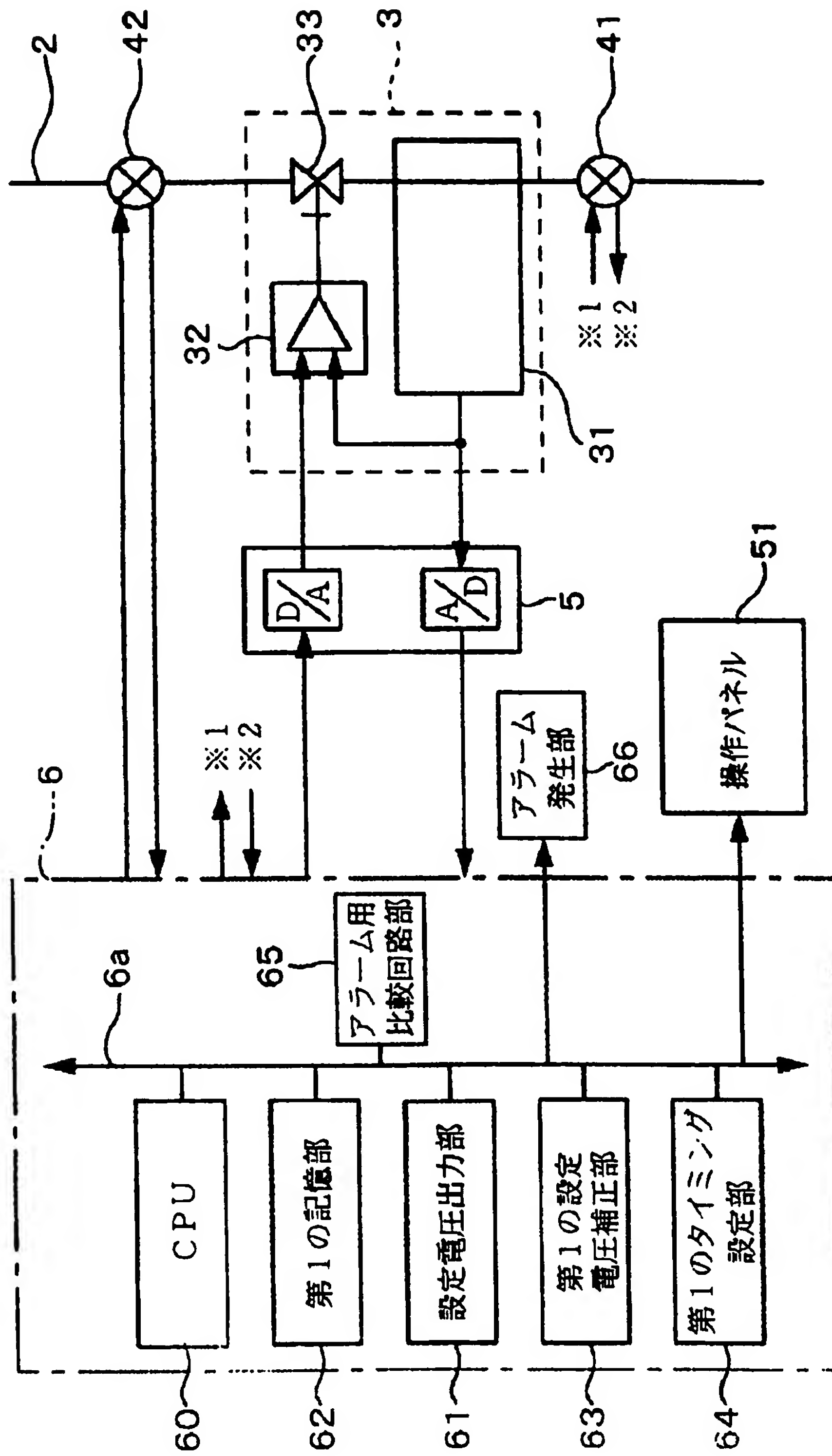
結果に基づいて設定電圧を補正する工程である

ことを特徴とする請求項15に記載の半導体製造方法。

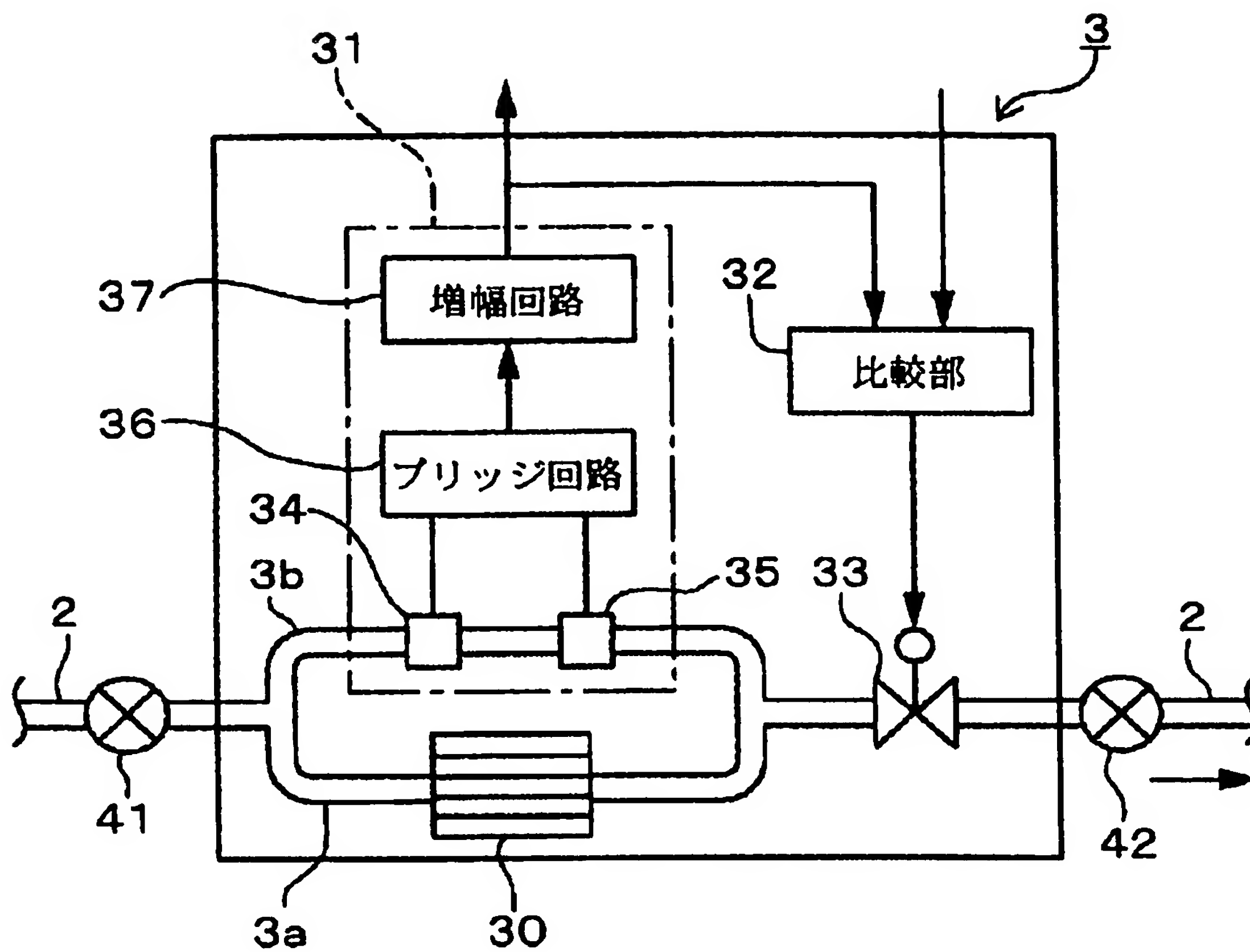
[図1]



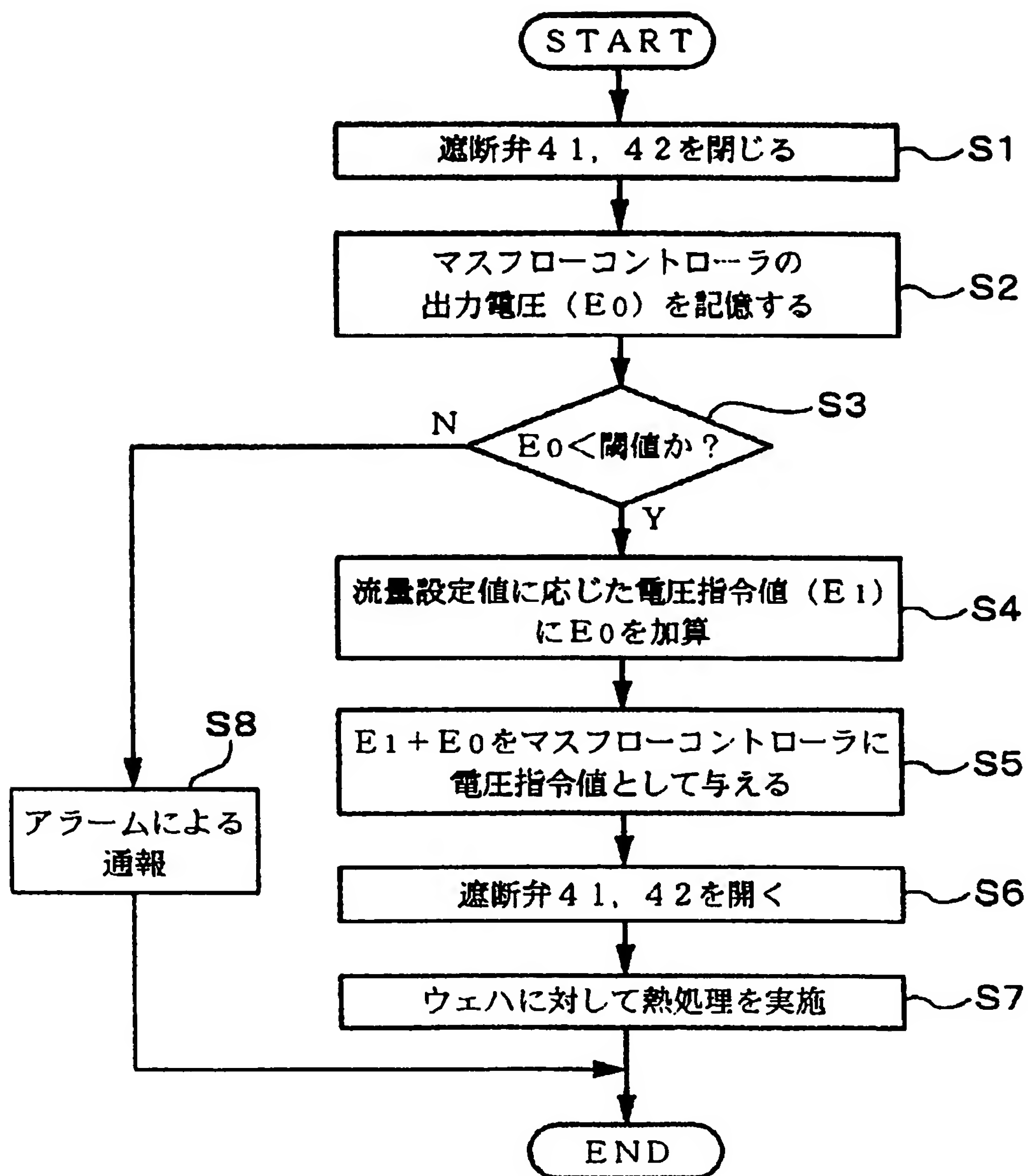
[図2]



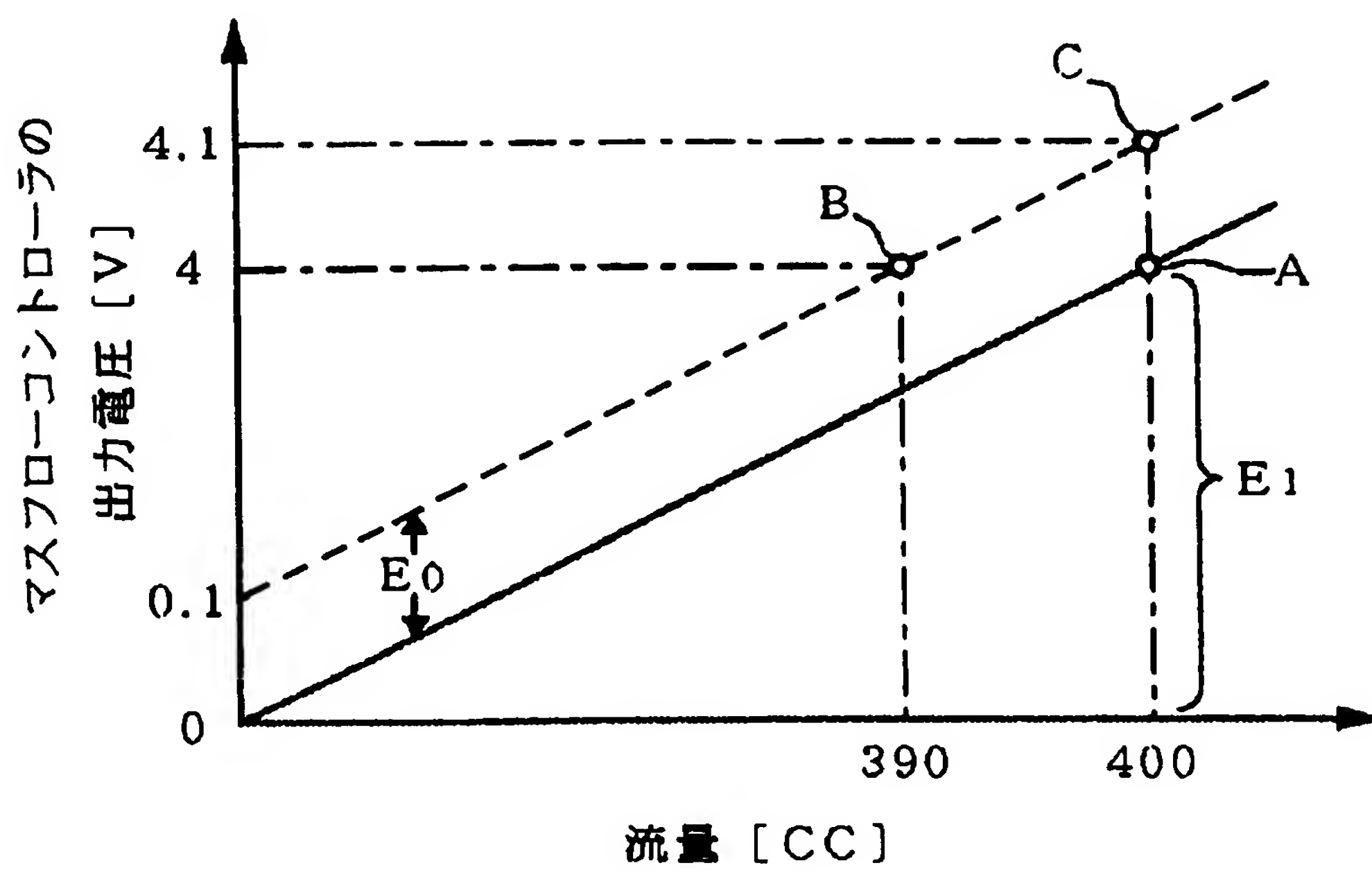
[図3]



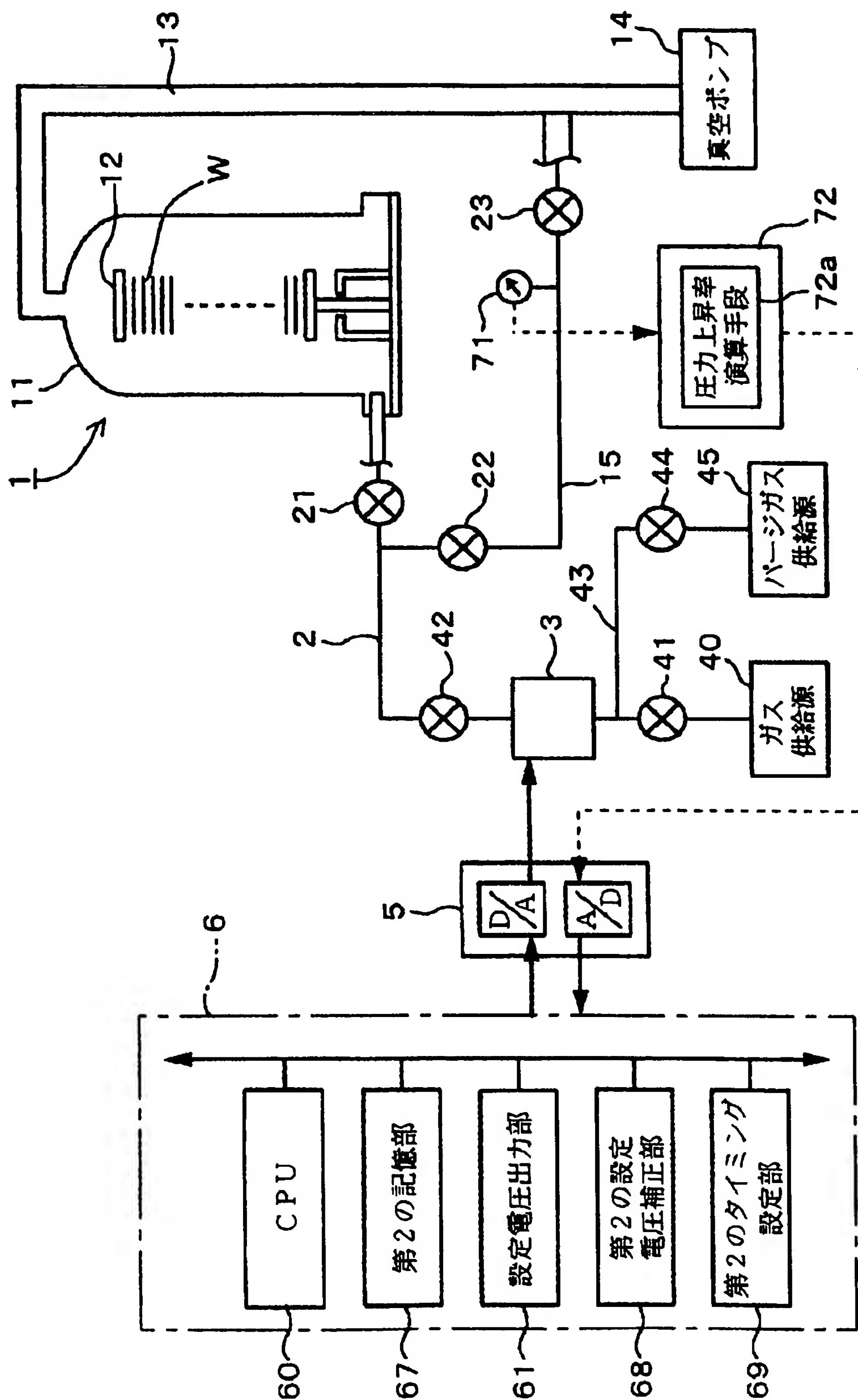
[図4]



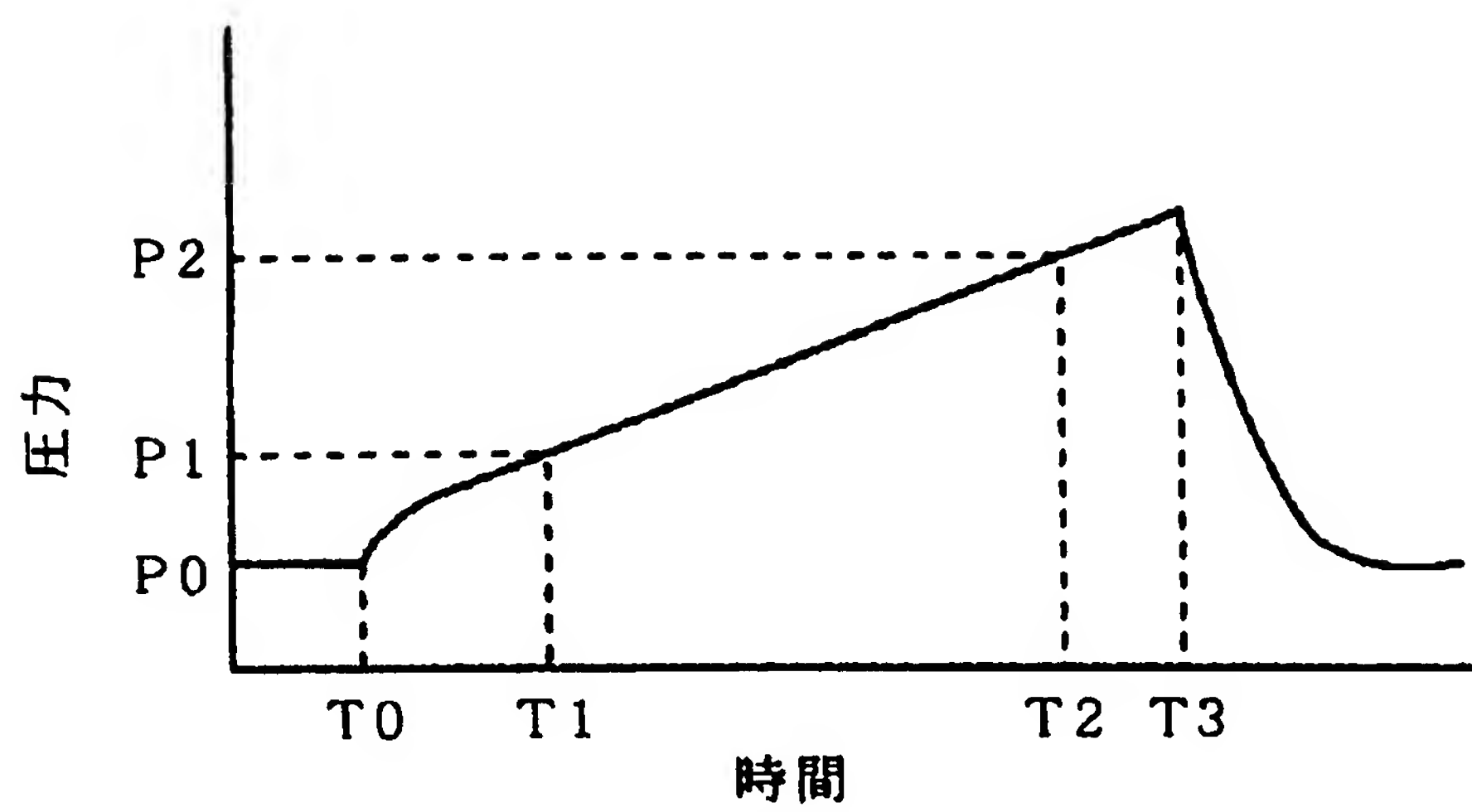
[図5]



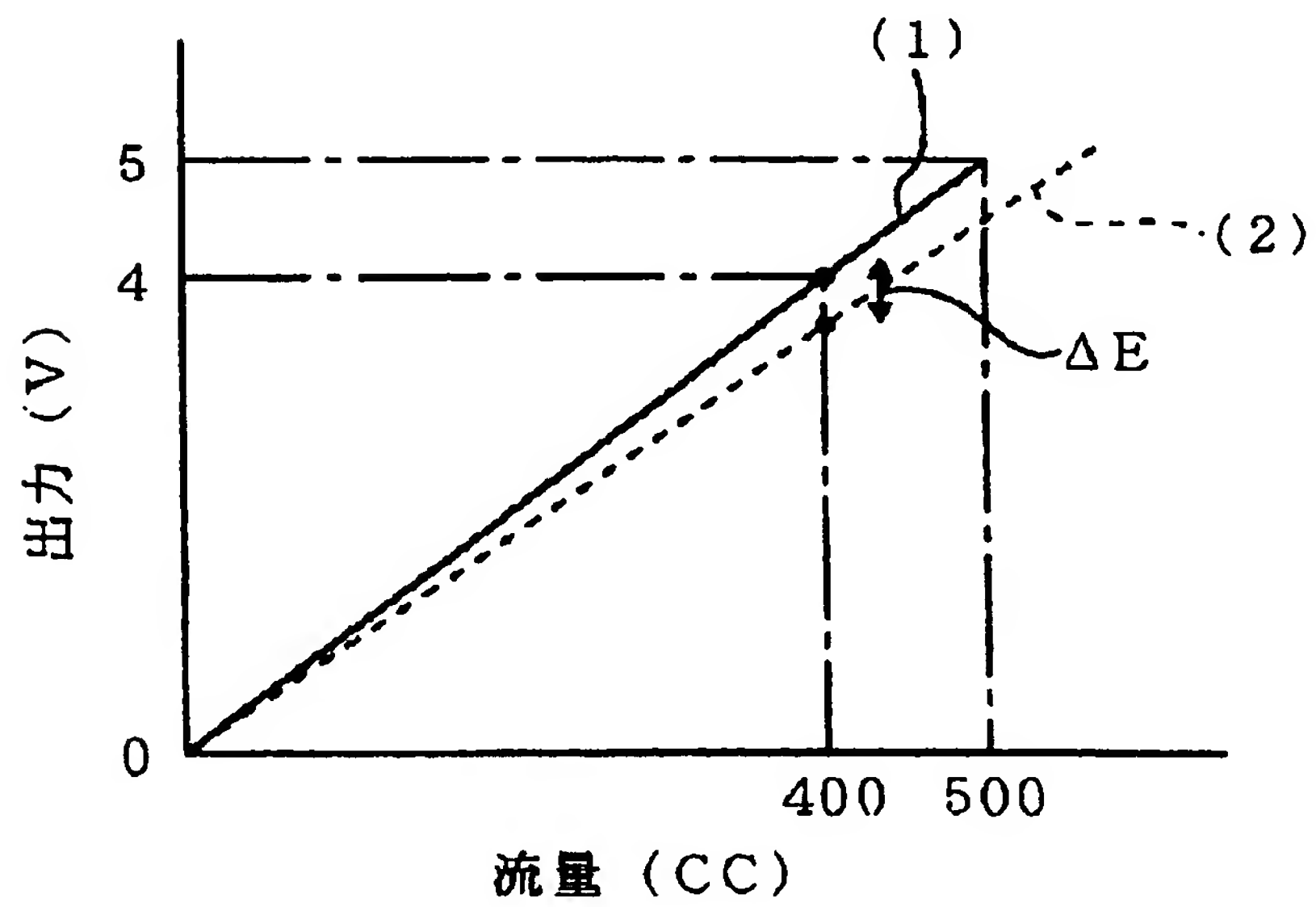
[図6]



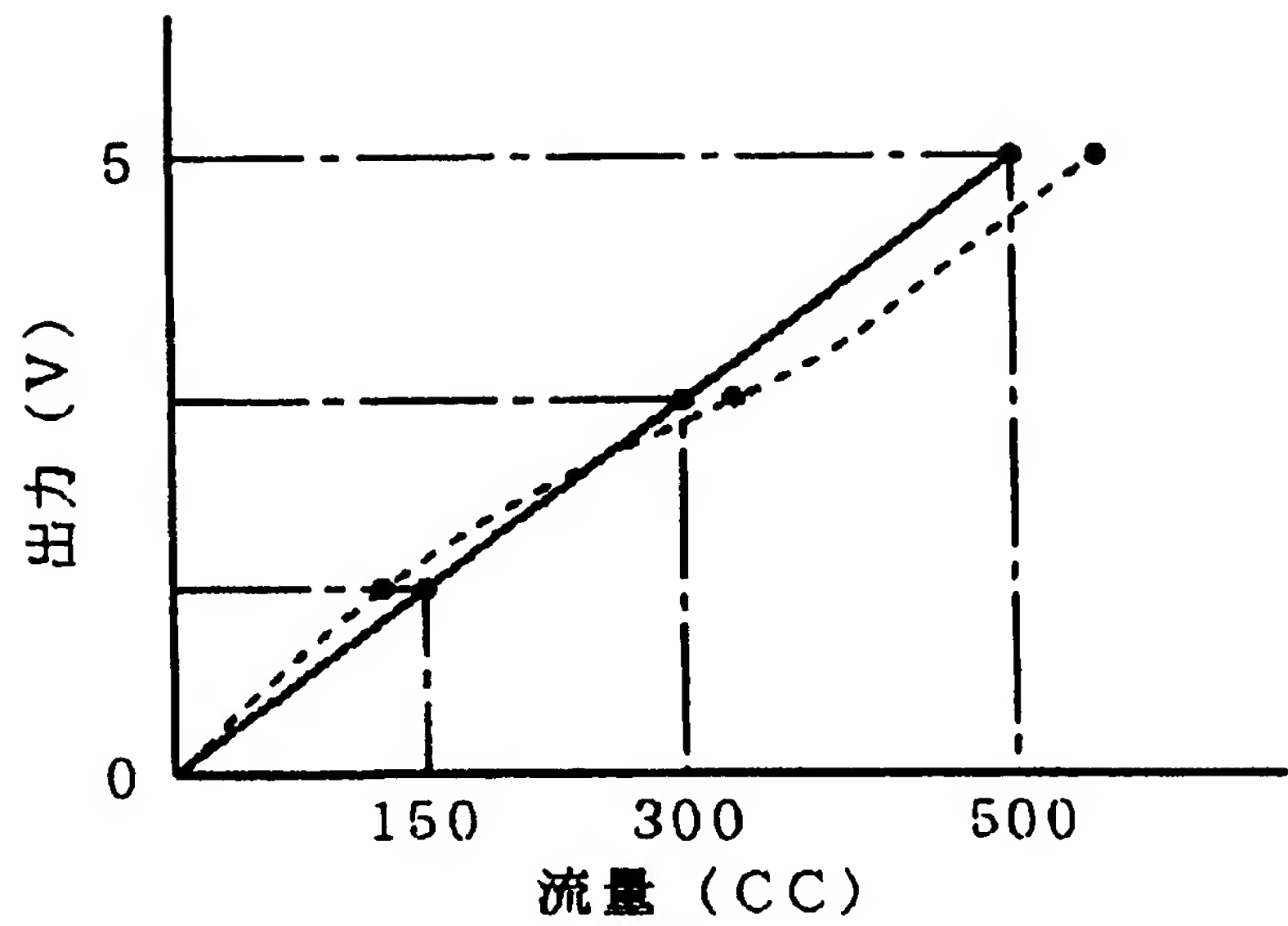
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G05D7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G05D7/00-7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-122725 A (CKD Corp.), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 09-16268 A (Hisashi TAKAHASHI), 17 January, 1997 (17.01.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 07-281760 A (CKD Corp.), 27 October, 1995 (27.10.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 August, 2004 (27.08.04)

Date of mailing of the international search report
14 September, 2004 (14.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G05D7/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G05D7/00-7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-122725 A (シーケーディー株式会社) 28.04.2000 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 09-16268 A (高橋 久) 17.01.1997 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 07-281760 A (シーケーディー株式会社) 27.10.1995 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.08.2004

国際調査報告の発送日

14.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森林 克郎

3H

8613

電話番号 03-3581-1101 内線 3314